

8^{ος} Παγκύπριος Μαθητικός Διαγωνισμός Χημείας

«Βαρέα Μέταλλα στο πιάτο μας και πως αυτά επηρεάζουν την υγεία μας»



Η εργασία πραγματοποιήθηκε από ομάδα μαθητών/τριων Β΄ Λυκείου.

Σχολική Χρονιά 2025-2026

Περιεχόμενα

1.1 Σκοπός έρευνας – Καθορισμός προβλήματος	03
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα –Υποθέσεις–Περιορισμοί και Αναγκαιότητα της έρευνας	03
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	04
2.1 Ρύπανση από βαρέα μέταλλα	05
2.2 Πηγές έκθεσης σε βαρέα μέταλλα	05
2.3 Ανίχνευση και τοξικότητα βαρέων μετάλλων	06
2.3.1 Υδράργυρος (Hg)	06
2.3.2 Μόλυβδος (Pb)	06
2.3.3 Κάδμιο (Cd)	06
2.3.4 Αρσενικό (As)	07
2.4 Απομάκρυνση βαρέων μετάλλων από τον ανθρώπινο οργανισμό	07
3. Μεθοδολογία	08
4. Πειραματική διαδικασία	11
5. Αποτελέσματα	14
6. Συμπεράσματα	19
7. Εισηγήσεις / Επόμενα Βήματα	21
8. Δεξιότητες που αποκτήθηκαν	22
9. Παράρτημα	23
10. Βιβλιογραφία	26

1.1 Σκοπός έρευνας – Καθορισμός προβλήματος

Ο άνθρωπος από την ύπαρξη του πάνω στη γη επιδρά στο περιβάλλον, με διάφορες δραστηριότητες, οι οποίες όταν ξεπεράσουν ορισμένα όρια, διαταράσσουν τις ισορροπίες που διέπουν τα διάφορα οικοσυστήματα. Η υγεία μας δοκιμάζεται, αφού στον 21^ο αιώνα τα βαρέα μέταλλα συγκεντρώθηκαν όλο και περισσότερο στο υδρόβιο και χερσαίο περιβάλλον ως τραγικό αποτέλεσμα, την χρόνια τοξικότητα στους πληθυσμούς των οικοσυστημάτων. Τα βαρέα μέταλλα βιοσυσσωρεύονται σε οργανισμούς όπως τα ψάρια, αυτό συμβαίνει όταν ένα ψάρι απορροφά μια ουσία γρηγορότερα από ό,τι η ουσία αποβάλλεται μέσω καταβολικών διεργασιών και απέκκρισης. Όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος ζωής μιας τοξικής ουσίας όπως τα βαρέα μέταλλα, τόσο μεγαλύτερος είναι ο κίνδυνος χρόνιας δηλητηρίασης, ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, κατά συνέπεια εάν καταναλωθεί ένα μολυσμένο ψάρι, επιδρά στην υγεία μας. Σκοπός της έρευνας ήταν η διεξαγωγή ερωτηματολογίου με στόχο τη διερεύνηση του βαθμού γνώσης και ενημέρωσης του κοινού σχετικά με τα βαρέα μέταλλα, τις επιπτώσεις στην υγεία, σε ποια καταναλωτικά και μη προϊόντα περιέχονται και τρόπους απομάκρυνσής τους από τον οργανισμό μας. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική μελέτη της παρουσίας βαρέων μετάλλων σε υλικά της καθημερινής ζωής. Επιπλέον, εξετάστηκε η παρουσία τους σε δείγματα ψαριών, μέσω πειραματικής διερεύνησης.

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα –Υποθέσεις–Περιορισμοί και Αναγκαιότητα της έρευνας

Διαβάζοντας κανείς τον τίτλο της εργασίας, «*Βαρέα Μέταλλα στο πιάτο μας και πως αυτά επηρεάζουν την υγεία μας*», διερωτάται με ποιον τρόπο θα μπορούσε η άγνοια του κοινού να οδηγήσει σε δηλητηριάσεις. Έτσι, δημιουργούνται τα *ερωτήματα* εάν μπορούν να ανιχνευθούν βαρέα μέταλλα στα ψάρια που καταναλώνονται, σε τι περιεκτικότητα και το είδος τους. *Υπόθεση*: πιθανόν να υπάρχουν ίχνη βαρέων μετάλλων στα δείγματα ψαριών που μελετήθηκαν. *Περιορισμοί της έρευνας*: Η έρευνα περιορίζεται στον μικρό αριθμό δειγμάτων θαλάσσιων οργανισμών που εξετάστηκαν και στην πειραματική μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση των βαρέων μετάλλων. *Αναγκαιότητα της μελέτης*: η διερεύνηση της παρουσίας βαρέων μετάλλων στα ψάρια είναι σημαντική για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και την κατανόηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης, ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα. Η παρουσία τους επηρεάζει την ασφάλεια κατανάλωσης δημιουργώντας ένα κλίμα ανασφάλειας στους καταναλωτές.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Κατά τον 21ο αιώνα, η ρύπανση των βιοτόπων έχει επιδεινωθεί, με αποτέλεσμα η τοξικότητα στους πληθυσμούς των οικοσυστημάτων να χειροτερεύει. Συγκεκριμένα, με τους ρύπους αυτούς, ο άνθρωπος αναγκάζεται να έρθει σε επαφή με τα βαρέα μέταλλα που παράγονται. Τα βαρέα μέταλλα θεωρούνται εξίσου ουσιώδη για την ανθρώπινη υγεία σε μικρές ποσότητες, όσο και επιβλαβή σε μεγάλες. Έλλειψη ορισμένων μετάλλων όπως μαγγάνιο, σίδηρο, σελήνιο και μολυβδαίνιο, ενδέχεται να αυξήσει την ευαισθησία σε δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα. Τα βαρέα μέταλλα δεν μεταβολίζονται από τον ανθρώπινο οργανισμό με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στα ανθρώπινα κύτταρα. Η συσσώρευση αυτή, οδηγεί σε δυσλειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών, των πρωτεϊνών καθώς και του κεντρικού και περιφερικού νευρικού και κυκλοφορικού συστήματος, έχοντας έως και θανάσιμες επιδράσεις. Η έκθεση του ανθρώπου σε βαρέα μέταλλα αποτελεί σημαντικό περιβαλλοντικό και υγειονομικό ζήτημα με σοβαρές συνέπειες για τον οργανισμό. Στη διεθνή βιβλιογραφία, έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στην επίδραση των βαρέων μετάλλων στην υγεία του ανθρώπου και στην επιβάρυνση των εργαζομένων σε συγκεκριμένους κλάδους επαγγελματικής απασχόλησης μέσα από επιστημονικές μελέτες που αναλύουν την επίδραση των βαρέων μετάλλων στη νοσηρότητα και στη θνησιμότητα του εργαζόμενου πληθυσμού σε βιομηχανικές μονάδες. Σύμφωνα με τα δημοσιευμένα στοιχεία της διεθνούς βιβλιογραφίας, υπάρχει σχέση μεταξύ της θνησιμότητας από συγκεκριμένες ομάδες νοσημάτων και των επαγγελματιών της βιομηχανίας στα οποία οι εργαζόμενοι έρχονται σε άμεση επαφή με συγκεκριμένους βλαπτικούς παράγοντες. Επίσης, γίνονται αναφορές σε χρόνιες βλάβες της υγείας και σε οξέα συμβάντα. Τέτοιοι παράγοντες είναι τα βαρέα μέταλλα, όπως μόλυβδος, αρσενικό, νικέλιο, χαλκός, μαγγάνιο, βηρύλλιο, κάδμιο, αλουμίνιο, αλλά και το χρώμιο. Οι κυριότερες από αυτές τις ομάδες είναι οι καρκίνοι (κυρίως του αναπνευστικού και του πεπτικού συστήματος, αλλά και του εγκεφάλου), σοβαρές αιματολογικές διαταραχές και μείωση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος, νοσήματα του αναπνευστικού και νευρολογικές διαταραχές. Σπανιότερα σχετίζονται με δερματολογικές εκδηλώσεις και συστηματικά νοσήματα. Ο όρος βαρέα μέταλλα περιγράφει μια ομάδα μετάλλων που σχετίζονται με τη ρύπανση και έχουν δυνητική τοξικότητα. Πρόκειται για μέταλλα, των οποίων η πυκνότητα είναι $> 6 \text{ g/cm}^3$ ή έχουν ειδικό βάρος > 5 . Ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως για τα ακόλουθα

μέταλλα: μόλυβδος (Pb), νικέλιο (Ni), χρώμιο (Cr), κάδμιο (Cd), χαλκός (Cu), ψευδάργυρος (Zn), βηρύλλιο (Be), αρσενικό (As), υδράργυρος (Hg). Θεωρούνται τοξικά, καθώς έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στους οργανισμούς, ακόμη και όταν βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Οι εν λόγω ουσίες είναι μη βιοδιασπώμενες, δηλαδή δεν διασπώνται και δεν αποβάλλονται από τον οργανισμό, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται και να βρίσκονται τελικά σε υψηλές συγκεντρώσεις.

2.1 Ρύπανση από Βαρέα μέταλλα

Η ρύπανση του περιβάλλοντος από τοξικά μέταλλα όπως Cd, As, Hg, Pb, Zn, Ni, και άλλα, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα της σύγχρονης εποχής. Οφείλεται στην ανθρωπογενή διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας με συνέπεια, μεταξύ άλλων, την κινητοποίηση και την ανακατανομή τοξικών στοιχείων, τα οποία μπορεί τελικά να επιβαρύνουν το έδαφος και τα νερά και να εισαχθούν στην τροφική αλυσίδα.

2.2 Πηγές έκθεσης σε βαρέα μέταλλα

Οι πηγές έκθεσης διακρίνονται σε φυσικές και ανθρωπογενείς. Στις φυσικές περιλαμβάνονται οι καιρικές διεργασίες, οι ηφαιστειακές εκρήξεις και τα μεταλλικά πετρώματα. Επίσης, τα βαρέα μέταλλα καταλήγουν στους βιότοπους από διάφορες πηγές, για παράδειγμα από την ατμόσφαιρα, το μολυσμένο έδαφος, αλλά και πιο συχνά από την όξινη βροχή. Στις ανθρωπογενείς πηγές ανήκουν η αποβολή βιομηχανικών αποβλήτων, οι βιομηχανικές εκπομπές, η εξόρυξη και τήξη μετάλλων, καθώς και ορισμένες γεωργικές δραστηριότητες. Η παρουσία βαρέων μετάλλων σε τρόφιμα και αντικείμενα που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή, αναδεικνύουν πιθανούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, τα φυτικά συμπληρώματα ενδέχεται να περιέχουν μόλυβδο, ενώ το κακάο και ο καφές σχετίζονται με την παρουσία καδμίου. Τα ψάρια και διάφοροι θαλάσσιοι οργανισμοί μπορεί να περιέχουν υδράργυρο ή/και μόλυβδο, στο ρύζι ενδέχεται να περιέχει αρσενικό και τα διογκωτικά υλικά περιέχουν αλουμίνιο. Επιπλέον, στην διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται σε καθημερινά τρόφιμα όπως το ψωμί, τα μπισκότα, η σοκολάτα, η πρωτεΐνη ρυζιού, τα οποία μπορεί να περιέχουν μόλυβδο. Αντίστοιχα, μαγειρικά σκεύη, όπως μαχαιροπίρουνα και εργαλεία κουζίνας (τηγάνια) πιθανόν να περιέχουν μόλυβδο, κάδμιο ή νικέλιο. Επίσης, ανιχνεύθηκαν ίχνη βαρέων μετάλλων σε ξηρούς καρπούς, σε φακελάκια τσαγιού (μόλυβδος). Όλα αυτά αναδεικνύουν την ευρεία παρουσία των βαρέων μετάλλων στην

καθημερινότητά μας και τη σημασία της ενημέρωσης και της προσεκτικής επιλογής τροφίμων και υλικών για την προστασία της υγείας μας.

2.3 Ανίχνευση και τοξικότητα βαρέων μετάλλων

Ο Υδράργυρος, ο Μόλυβδος, το Αρσενικό, το Κάδμιο, ο Χαλκός και το Νικέλιο είναι βαρέα μέταλλα που ανιχνεύονται και συσσωρεύονται σε πολλά είδη ψαριών και επηρεάζουν αρνητικά την υγεία. Μερικά από αυτά τα είδη είναι ο τόνος, ο καρχαρίας, ο ξιφίας κ.α. Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως η περιεκτικότητα βαρέων μετάλλων στα ψάρια μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την ηλικία του ψαριού, την ανάπτυξή του κ.α. Η τοξικότητα μπορεί να είναι οξεία, όταν τα συμπτώματα εμφανίζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα, ή χρόνια, όταν η μακροχρόνια έκθεση προκαλεί σοβαρές βλάβες σε ζωτικά όργανα όπως ο εγκέφαλος, τα νεφρά, οι πνεύμονες, το ήπαρ και το αίμα.

2.3.1 Υδράργυρος (Hg)

Ο Υδράργυρος (Hg), είναι το μοναδικό μέταλλο που είναι υγρό σε θερμοκρασία δωματίου, ανιχνεύεται σε χημικές ηλεκτρικές συσκευές και εξαρτήματα αυτοκινήτων. Η μόλυνσή του προέρχεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως οδικά λύματα, γεωργικές δραστηριότητες και βιομηχανικά λύματα. Ο μεθυλοϋδράργυρος είναι μια οργανική μορφή υδραργύρου όπου χαρακτηρίζεται ως η πιο τοξική από όλες. Ο μεθυλοϋδράργυρος συσσωρεύεται συχνά στα ψάρια και το 90% από την ποσότητα αυτή καταλήγει στον άνθρωπο και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα μνήμης, βλάβες στον εγκέφαλο, στα νεφρά και το συκώτι. Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων προτρέπει τους καταναλωτές να τρώνε ψάρια χαμηλής περιεκτικότητας σε υδράργυρο και μόλυβδο όπως είναι ο σολωμός, η γαρίδα, οι σαρδέλες κ.α., αφού είναι σημαντική πηγή λιπαρών οξέων Ω-3.

2.3.2 Μόλυβδος (Pb)

Ο Μόλυβδος (Pb), είναι ένα βαρύ μέταλλο και οι πηγές προέλευσής του είναι η βενζίνη, οι βαφές, οι υδραυλικοί σωλήνες και οι μπαταρίες. Απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από μηχανικές δραστηριότητες, επηρεάζει το γαστρεντερικό και το νευρικό σύστημα, προκαλώντας πονοκεφάλους, κόπωση και κοιλιακό άλγος, ενώ η παρατεταμένη έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε νευρολογικές διαταραχές και αναπτυξιακά προβλήματα.

2.3.3 Κάδμιο (Cd)

Το Κάδμιο (Cd), χρησιμοποιείται ως συστατικό ηλεκτροδίων στην παραγωγή αλκαλικών μπαταριών. Αποβάλλεται από τις βιομηχανικές διεργασίες και από χυτήρια καδμίου. Είναι

καρκινογόνο μέταλλο που συσσωρεύεται στον οργανισμό και προκαλεί βλάβες κυρίως στα νεφρά, στο ήπαρ και στο αναπνευστικό σύστημα.

2.3.4 Αρσενικό(As)

Το Αρσενικό(As), εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό με την αναπνοή, τις τροφές και την απορρόφηση από το δέρμα. Η εισπνοή ενώσεων του αρσενικού προκαλεί καρκίνο του πνεύμονα. Μπορεί επίσης να προκαλέσει δερματικές βλάβες και καρδιαγγειακές παθήσεις.

Στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζεται το επιτρεπόμενο όριο κατανάλωσης των κυριότερων βαρέων μετάλλων, που εντοπίζονται στα ψάρια.

Βαρέο μέταλλο	Επιτρεπόμενο όριο κατανάλωσης (μg/Kg βάρους σώματος)
Υδράργυρος (Hg)	1,6 μg / Kg
Μόλυβδος (Pb)	0,3–8 μg / Kg
Κάδμιο (Cd)	0,3 μg / Kg
Αρσενικό (As)	0,3-8 μg / Kg

Παρόλο που οι θάλασσες της Κύπρου θεωρούνται γενικά καθαρές, σε ορισμένα αλιεύματα έχουν εντοπιστεί επίπεδα βαρέων μετάλλων που υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια.

2.4 Απομάκρυνση βαρέων μετάλλων από τον ανθρώπινο οργανισμό

Η απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων από τον οργανισμό μπορεί να επιτευχθεί μέσω κατάλληλων διατροφικών συνηθειών. Καταρχάς, η επαρκής κατανάλωση νερού συμβάλλει στην αποβολή τοξικών ουσιών και στην ενίσχυση των φυσικών μηχανισμών αποτοξίνωσης του οργανισμού. Σημαντικό ρόλο, διαδραματίζει η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε φυτικές ίνες καθώς αυτές βοηθούν στη δέσμευση και την απομάκρυνση επιβλαβών ουσιών. Οι πολυφαινόλες, που βρίσκονται σε τρόφιμα όπως το κακάο, το πράσινο τσάι και διάφορα μπαχαρικά, συμβάλλει και στην αντιοξειδωτική προστασία του οργανισμού. Ιδιαίτερα ωφέλιμη είναι η πρόσληψη λαχανικών πλούσιων σε θείο (μπρόκολο, σκόρδο, κρεμμύδι, κουνουπίδι, λάχανο). Η επαρκής πρόσληψη βιταμίνης C, από φρούτα και λαχανικά διευκολύνει την απομάκρυνση βαρέων μετάλλων. Επιπλέον, τρόφιμα πλούσια σε σελήνιο, όπως ο ηλιόσπορος, οι φακές, τα μανιτάρια, τα αυγά, το καστανό ρύζι κ.α.

3. Μεθοδολογία

Στην παρούσα εργασία έγινε μια πρώτη προσπάθεια να εξεταστεί η παρουσία βαρέων μετάλλων σε δείγματα ψαριών μέσω πειραματικής διερεύνησης. Οι μαθητές/τριες συνέλεξαν δείγματα κατεψυγμένων θαλασσινών οργανισμών, τα οποία περιλάμβαναν ψάρια (λαβράκι και σαρδέλα), μαλάκια (σουπιά) και καρκινοειδή (γαρίδα). Ακολούθησε η προετοιμασία των δειγμάτων, η οποία περιλάμβανε τον διαχωρισμό και τον καθαρισμό των βρώσιμων ιστών από τα σπλάχνα, το ήπαρ και γενικότερα τα εντόσθια. Τα δείγματα υποβλήθηκαν σε διαδικασία αποξήρανσης και στη συνέχεια ομογενοποιήθηκαν σε μπλέντερ και γουδί, με σκοπό την εξασφάλιση ομοιόμορφου μίγματος προς ανάλυση. Ακολούθησε, η αποσύνθεση των δειγμάτων, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε απελευθέρωση μεταλλικών στοιχείων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ισχυρών οξέων (όπως υδατικού διαλύματος νιτρικού οξέος), υπό συνθήκες θέρμανσης. Τα δείγματα διηθήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για περαιτέρω μελέτη. Παρασκευάστηκαν υδατικά διαλύματα υδροξειδίου του νατρίου, NaOH , ανθρακικού νατρίου, Na_2CO_3 και θειούχου νατρίου, Na_2S , τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την ανίχνευση ιόντων βαρέων μετάλλων μέσω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, αναπτύχθηκε και διανεμήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο με στόχο τη διερεύνηση του επιπέδου γνώσης και ενημέρωσης του κοινού σχετικά με τα βαρέα μέταλλα, τις επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία, τις πιθανές πηγές έκθεσης (τόσο σε καταναλωτικά και σε μη καταναλωτικά προϊόντα), καθώς και τις αντιλήψεις σχετικά με τους τρόπους απομάκρυνσής τους από τον ανθρώπινο οργανισμό. Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική και ανώνυμη, διασφαλίζοντας την ελεύθερη έκφραση των συμμετεχόντων και ενισχύοντας την αξιοπιστία και εγκυρότητα των συλλεχθέντων δεδομένων. Για τη διευκόλυνση της διανομής, συμπλήρωσης και επεξεργασίας των δεδομένων, το ερωτηματολόγιο υλοποιήθηκε σε διαδικτυακή μορφή και διανεμήθηκε σε μαθητές/τριες, σε εκπαιδευτικούς, σε γονείς και μέλη της σχολικής κοινότητας. Ο σύνδεσμος και το QR-code για εύκολη πρόσβαση στο ερωτηματολόγιο παρατίθεται ως ακολούθως: <https://forms.office.com/e/XW5L0b84m6?origin=lprLink>



Το ερωτηματολόγιο συγκέντρωσε συνολικά 103 συμμετοχές εντός χρονικού διαστήματος μίας ημέρας, γεγονός που καταδεικνύει την άμεση ανταπόκριση και το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων για το υπό διερεύνηση θέμα.

Πιο κάτω παρατίθεται το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας:

1. Ποια από τις πιο κάτω ομάδες χημικών στοιχείων είναι όλα βαρέα μέταλλα;

- ☐ Κάδμιο, Cd, μόλυβδος, Pb, Υδράργυρος, Hg, Νικέλιο, Ni, Αρσενικό, As, Αργίλιο (Al), άργυρος, Ag, κασσίτερος, Sn
- ☐ Μόλυβδος, Pb, νάτριο, Na, Υδράργυρος, Hg,
- ☐ Υδράργυρος, Hg, κάλιο, K, Αρσενικό, As, Αργίλιο (Al), άργυρος, Ag,
- ☐ Νικέλιο, Ni, οξυγόνο, O, Υδράργυρος, Hg,
- ☐ Δεν γνωρίζω

2. Από που προέρχονται συνήθως τα βαρέα μέταλλα στη θάλασσα;

- ☐ Μόνο από τη βροχή
- ☐ Λιώσιμο των πάγων
- ☐ Ηλιακή ακτινοβολία
- ☐ Βιομηχανική ρύπανση
- ☐ Δεν γνωρίζω

3. Βαρέα μέταλλα υπάρχουν στο πιάτο μας αλλά και σε διάφορα είδη καθημερινής χρήσης. Επιλέξτε σε ποια από τα παρακάτω περιέχονται βαρέα μέταλλα.

- ☐ φακέλοι τσιγάρου
- ☐ μεταλλική βροίση, χειρούλια πόρτας, μαχαιροπήρουνα
- ☐ τηγάνια
- ☐ λάμπες
- ☐ όλα τα παραπάνω

4. Σε ποιες τροφές που καταναλώνουμε γνωρίζετε να υπάρχουν βαρέα μέταλλα;

- ☐ ρύζι, καφέ , κακάο
- ☐ μπαχαρικά
- ☐ ψάρια
- ☐ μύδια
- ☐ σε όλες τις παραπάνω τροφές

5. Είναι γνωστό ότι σε ορισμένα όργανα των ψαριών συσσωρεύονται συχνά βαρέα μέταλλα. Σε ποιο όργανο συσσωρεύεται μεγαλύτερη ποσότητα;

- ☐ λέπια
- ☐ μάτια
- ☐ σκιάτι (ψαρι)
- ☐ πτερόγια
- ☐ καρδιά

6. Ποιο βαρέο μέταλλο συναντάται πιο συχνά στα ψάρια;

- ☐ Υδράργυρος
- ☐ Αρσενικό
- ☐ Μόλυβδος
- ☐ δεν γνωρίζω
- ☐ Αλουμίνιο

7. Όλα τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τον ανθρώπινο οργανισμό.

- ☐ Σωστό
- ☐ Λάθος
- ☐ Σωστό, σε μικρές ποσότητες
- ☐ Δεν γνωρίζω
- ☐ Σωστό γιατί κάνουν καλό στην υγεία μας

8. Ποιο από τα βαρέα μέταλλα συνδέεται συχνά με τη ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα;

- ☐ Μόλυβδος
- ☐ Δεν γνωρίζω
- ☐ Αλουμίνιο
- ☐ Άργυρος
- ☐ Υδράργυρος

9. Ποιο από τα πιο κάτω ψάρια έχει συνήθως τη μεγαλύτερη ποσότητα βαρέων μετάλλων;

- ☐ Σαρδέλα
- ☐ Τσιπούρα
- ☐ Τόνος
- ☐ Γαύρος
- ☐ Δεν γνωρίζω

10. Γιατί στα μεγάλα ψάρια ανιχνεύονται περισσότερα βαρέα μέταλλα;

- ☐ Ζουν σε καθαρότερο νερό
- ☐ Έχουν περισσότερο λίπος
- ☐ Τρώνε περισσότερα ψάρια που ήδη έχουν βαρέα μέταλλα
- ☐ Είναι πιο ευάλωτα
- ☐ Δεν γνωρίζω

11. Ποια είναι η καταλληλότερη λύση ώστε να μειωθεί η έκθεσή μας σε βαρέα μέταλλα;

- ☐ Να τρώμε μόνο μεγάλα ψάρια
- ☐ Να τρώμε μικρά ψάρια
- ☐ Να τρώμε ψάρια μόνο το Καλοκαίρι
- ☐ Να αποφεύγουμε όλα τα ψάρια
- ☐ Δεν γνωρίζω

12. Ποιο όργανο του ανθρώπινου σώματος επηρεάζεται περισσότερο από την έκθεση στον υδράργυρο;

- ☐ Καρδιά
- ☐ Εγκέφαλος
- ☐ Δέρμα
- ☐ Πνεύμονες
- ☐ Δεν γνωρίζω

13. Η ρύπανση των θαλασσών με βαρέα μέταλλα μπορεί να επηρεάζει όχι μόνο τα ψάρια αλλά και τον άνθρωπο που τα καταναλώνει αλλά και το περιβάλλον.

- ☐ Ψαρισιά
- ☐ Διαψωνιά
- ☐ Μόνο τα ψάρια και τον άνθρωπο
- ☐ Μόνο το περιβάλλον και τον άνθρωπο

14. Ποιες ομάδες πληθυσμού πρέπει να περιορίζουν ιδιαίτερα την κατανάλωση ψαριών και λαχανικών με φυτοφάρμακα;

- ☐ Έφηβοι
- ☐ Έγκυες και παιδιά
- ☐ Άτομα με αλλεργίες
- ☐ Άνδρες ηλικίας 30-50 χρόνων
- ☐ Δεν γνωρίζω

15. Πώς μπορώ να απομακρύνω τα βαρέα μέταλλα από τον οργανισμό μου;

- ☐ Κατανάλωση τροφών πλούσιες σε βιταμίνη C, π.χ. πορτοκάλια, λεμόνια
- ☐ Πρόληψη πολυφαινόλων, π.χ. μαύρη σοκολάτα, γαύροραλλο, πράσινο τσάι, γλυκάνισο
- ☐ Κατανάλωση τροφών πλούσιων σε σελήνιο, Se και θείο, S, π.χ. μανιτάρια, αυγά, φακές, μπρόκολο, κουνουπίδι, σπανάκι, κρεμμύδι, σκόρδο
- ☐ Πίνοντας πολύ νερό και τροφές που έχουν υποστεί ζύμωση, π.χ. κεφίρ, ροφήματα, προβιοτικά, γιαούρτια, αγγουράκια τουρσί
- ☐ Όλα τα παραπάνω

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δηλώσουν το φύλο και την ηλικία τους, προκειμένου να καταστεί δυνατή η διερεύνηση του επιπέδου γνώσης και ενημέρωσης του κοινού σε σχέση με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και σε ευρύτερο πληθυσμιακό φάσμα.

4. Πειραματική διαδικασία

Πείραμα 1: Παρασκευή υδατικών διαλυμάτων υδροξειδίου του νατρίου, NaOH, ανθρακικού νατρίου, Na₂CO₃ και θειούχου νατρίου, Na₂S.

Όργανα	Υλικά
Ζυγός ακριβείας, ύαλους ωρολογίου, σπάτουλες, ποτήρια ζέσεως, υδροβολέα, γυάλινες ράβδους, ογκομετρικές φιάλες των 100 mL, σταγονόμετρα, δοχεία φύλαξης, χωνιά	αποσταγμένο νερό, στερεό: Na ₂ S, Na ₂ CO ₃ , NaOH

Πορεία Πειράματος:

- Υπολογίστηκε η ποσότητα των στερεών Na₂S, Na₂CO₃ και NaOH που απαιτήθηκαν για την παρασκευή 100 mL υδατικών διαλυμάτων Na₂S, Na₂CO₃ και NaOH 0,1 M.
- Ζυγίστηκαν οι ποσότητες των στερεών που υπολογίστηκαν, σε ύαλους ωρολογίου, με το ζυγό ακριβείας.
- Μεταφέρθηκαν ποσότητες των στερεών σε ποτήρια ζέσεως των 100 mL που περιείχαν μικρή ποσότητα αποσταγμένου νερού. Ακολουθήθηκε η ενδεικνυόμενη πορεία έκπλυσης των οργάνων και στη συνέχεια μεταγγίστηκε το κάθε διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL, ανακινήθηκε το κάθε διάλυμα και προστέθηκε νερό μέχρι τη χαραγή. Τα διαλύματα μεταφέρθηκαν σε δοχεία φύλαξης.

Παρατηρήσεις:

- (α) τα στερεά Na₂S, Na₂CO₃ και NaOH αναμειγνύονται ομοιόμορφα στο αποσταγμένο νερό, τα συστατικά τους δεν διακρίνονται με γυμνό μάτι.
- (β) Το ποτήρι ζέσεως με το υδατικό διάλυμα NaOH βράζει.

Πείραμα 2: Προετοιμασία δειγμάτων ψαριών, μαλάκιων και καρκινοειδών.

Όργανα	Υλικά
ύαλους ωρολογίου, σπάτουλες, ποτήρια ζέσεως, υδροβολέα, γυάλινες ράβδους, μπλέντερ, γουδί, χωνιά, μαχαίρι, αλουμινόχαρτο, σταγονόμετρο, κωνικές φιάλες, βραστήρας	αποσταγμένο νερό, υδατικό διάλυμα HNO ₃ 0,1 M, γαρίδα, σουπιά, σαρδέλα, λαβράκι

Πορεία Πειράματος:

- Προετοιμασία δειγμάτων (λαβράκι, σαρδέλα, γαρίδα, σουπιά) και διαχωρισμός των βρώσιμων ιστών (μυϊκός ιστός) από τα σπλάχνα.

2. Απομονώθηκαν δείγματα από εντόσθια σουπιάς, συκώτι από λαβράκι, φιλέτο σαρδέλας, στομάχι σαρδέλας, στομάχι από λαβράκι, κομμάτι γαρίδας, έντερο γαρίδας και φιλέτο από λαβράκι.
3. Πραγματοποιήθηκε αποξήρανση και ομογενοποίηση των δειγμάτων σε μπλέντερ ή με το γουδί με μικρή ποσότητα αποσταγμένου νερού.
4. Στη συνέχεια έγινε αποσύνθεση των δειγμάτων με μερικές σταγόνες υδατικού διαλύματος HNO_3 0,1 M υπό θέρμανση σε υδρόλουτρο με σκοπό την απελευθέρωση των μετάλλων.
5. Ακολούθησε διήθηση του κάθε δείγματος ξεχωριστά. Το διήθημα από κάθε δείγμα φυλάχθηκε για περαιτέρω μελέτη.

Παρατηρήσεις:

Σχηματισμός μιγμάτων των οποίων τα συστατικά δεν διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Πείραμα 3: Διερεύνηση της παρουσίας ιόντων των βαρέων μετάλλων στα δείγματα θαλασσινών ειδών

Όργανα	Υλικά
σταγονόμετρα, 24 δοκιμαστικοί σωλήνες, στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων	αποσταγμένο νερό, Υδατικά Διαλύματα: 0,1 M NaOH, 0,1 M Na_2CO_3 , 0,1 M Na_2S Διηθήματα από: εντόσθια σουπιάς, συκώτι από λαβράκι, φιλέτο σαρδέλας, στομάχι σαρδέλας, στομάχι από λαβράκι, κομμάτι γαρίδας, έντερο γαρίδας και φιλέτο από λαβράκι

Πορεία Πειράματος:

1. Μεταφέρθηκαν σε τρεις (3) δοκιμαστικούς σωλήνες (Α, Β και Γ) 2-3 mL διηθήματος από εντόσθια σουπιάς αντίστοιχα, στη συνέχεια προστέθηκαν 1 mL από τα υδατικά διαλύματα NaOH, Na_2CO_3 και Na_2S σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα ξεχωριστά.
2. Καταγράφηκαν οι παρατηρήσεις κάθε δοκιμής για κάθε σωλήνα ξεχωριστά.
3. Επαναλήφθηκε το στάδιο 1 για όλα τα διηθήματα για συκώτι από λαβράκι, φιλέτο σαρδέλας, στομάχι σαρδέλας, στομάχι από λαβράκι, κομμάτι γαρίδας, έντερο γαρίδας και φιλέτο από λαβράκι.
4. Καταγράφηκαν οι παρατηρήσεις κάθε πειραματικής δοκιμής για κάθε σωλήνα ξεχωριστά για όλα τα δείγματα/διηθήματα.

Παρατηρήσεις:

Πιο κάτω παρατίθενται πίνακες με τις παρατηρήσεις από κάθε δείγμα διηθήματος των θαλασσινών ειδών:

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος από εντόσθια σουπιάς
A	NaOH	θόλωμα
B	Na ₂ CO ₃	θόλωμα
Γ	Na ₂ S	ελαφρώς μαύρο

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος σαρδέλας	
		στομάχι	φιλέτο
A	NaOH	θόλωμα / με περίσσεια παραμένει το θολώμα	καμία παρατήρηση
B	Na ₂ CO ₃	Ελαφρώς θόλωμα	καμία παρατήρηση
Γ	Na ₂ S	ελαφρώς μαύρο	καμία παρατήρηση

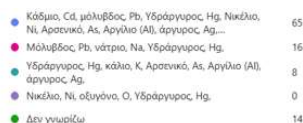
Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος γαρίδας	
		Έντερο	Κομμάτι
A	NaOH	θόλωμα	θόλωμα
B	Na ₂ CO ₃	θόλωμα	καμία παρατήρηση
Γ	Na ₂ S	ελαφρώς μαύρο	καμία παρατήρηση

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος λαβράκι		
		στομάχι	φιλέτο	σुकώτι
A	NaOH	Κίτρινο θόλωμα	Καμία παρατήρηση	Κίτρινο θόλωμα
B	Na ₂ CO ₃	Ελαφρώς λευκό θόλωμα	Καμία παρατήρηση	Ελαφρώς λευκό θόλωμα
Γ	Na ₂ S	Ελαφρώς μαύρο θόλωμα	Καμία παρατήρηση	Ελαφρώς μαύρο θόλωμα

5. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη παρουσιάζονται πιο κάτω. Αρχικά, οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε επεξεργασία και ανάλυση, τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στα πιο κάτω διαγράμματα που απεικονίζουν τις απαντήσεις που έδωσαν οι 103 συμμετέχοντες.

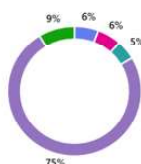
1. Ποια από τις πιο κάτω ομάδες χημικών στοιχείων είναι όλα βαρέα μέταλλα;



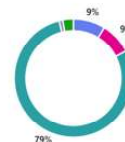
4. Σε ποιες τροφές που καταναλώνουμε γνωρίζετε να υπάρχουν βαρέα μέταλλα;



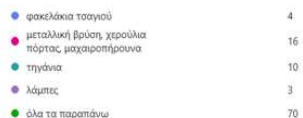
2. Από που προέρχονται συνήθως τα βαρέα μέταλλα στη θάλασσα;



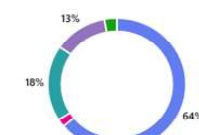
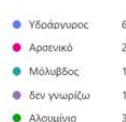
5. Είναι γνωστό ότι σε ορισμένα όργανα των ψαριών συσσωρεύονται συχνά βαρέα μέταλλα. Σε ποιο όργανο συσσωρεύεται μεγαλύτερη ποσότητα;



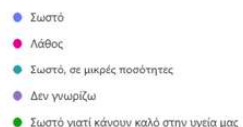
3. Βαρέα μέταλλα υπάρχουν στο πιάτο μας αλλά και σε διάφορα είδη καθημερινής χρήσης. Επιλέξτε σε ποια από τα παρακάτω περιέχονται βαρέα μέταλλα.



6. Ποιο βαρέο μέταλλο συναντάται πιο συχνά στα ψάρια;



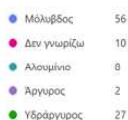
7. Όλα τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τον ανθρώπινο οργανισμό.



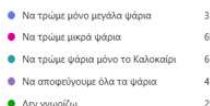
10. Γιατί στα μεγάλα ψάρια ανηχούνται περισσότερα βαρέα μέταλλα;



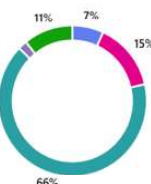
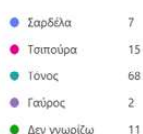
8. Ποιο από τα βαρέα μέταλλα συνδέεται συχνά με τη ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα;



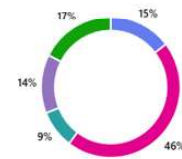
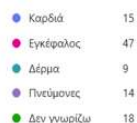
11. Ποια είναι η καταλληλότερη λύση ώστε να μειωθεί η έκθεση μας σε βαρέα μέταλλα;



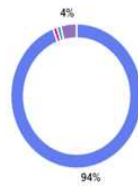
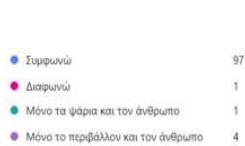
9. Ποιο από τα πιο κάτω ψάρια έχει συνήθως τη μεγαλύτερη ποσότητα βαρέων μετάλλων;



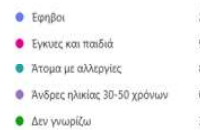
12. Ποιο όργανο του ανθρώπινου σώματος επηρεάζεται περισσότερο από την έκθεση στον υδράργυρο;



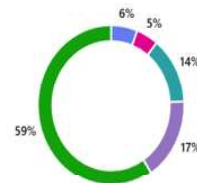
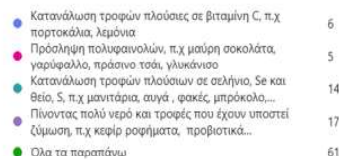
13. Η ρύπανση των θαλάσσιων με βαρέα μέταλλα μπορεί να επηρεάζει όχι μόνο τα ψάρια αλλά και τον άνθρωπο που τα καταναλώνει αλλά και το περιβάλλον.



14. Ποιες ομάδες πληθυσμού πρέπει να περιορίζουν ιδιαίτερα την κατανάλωση ψαριών και λαχανικών με φυτοφάρμακα;



15. Πως μπορώ να απομακρύνω τα βαρέα μέταλλα από τον οργανισμό μου;



Η σημαντική συμμετοχή 103 ατόμων, ανεξαρτήτως ηλικίας, ανέδειξε ικανοποιητικό επίπεδο ενημέρωσης σχετικά με τα χημικά στοιχεία που ανήκουν στα βαρέα μέταλλα, τον τρόπο προέλευσής τους, καθώς και τα όργανα των θαλάσσιων οργανισμών στα οποία συσσωρεύονται. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη γνώσης, κυρίως όσον αφορά τις επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία, την παρουσία τους σε καταναλωτικά και μη προϊόντα, καθώς και τρόπους απομάκρυνσής τους από τον ανθρώπινο οργανισμό.

Τα αποτελέσματα από την πειραματική διερεύνηση βαρέων μετάλλων σε δείγματα από τα διηθήματα από: εντόσθια σουπιάς, συκώτι από λαβράκι, φιλέτο σαρδέλας, στομάχι σαρδέλας, στομάχι από λαβράκι, κομμάτι γαρίδας, έντερο γαρίδας και φιλέτο από λαβράκι δεν είναι και τόσο ενθαρρυντικά. Αναφορικά με τα δείγματα φιλέτου σαρδέλας και λαβρακιού, τα αποτελέσματα των πειραματικών δοκιμών δεν κατέδειξαν την ύπαρξη βαρέων μετάλλων. Τα πειράματα σχεδιάστηκαν με βάση το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών και των μαθητριών, όπως αυτό διαμορφώνεται από τα κεφάλαια της παρασκευής διαλυμάτων και οξέων – βάσεων, με ιδιαίτερη έμφαση στις αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης. Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων τηρήθηκαν αυστηρά όλοι οι κανόνες ασφαλείας του εργαστηρίου. Πραγματοποιήθηκαν επαναληπτικές μετρήσεις, με στόχο την αύξηση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας των μετρήσεων όσο το δυνατό είναι εφικτό στο σχολικό εργαστήριο.

Πιο κάτω παρατίθενται πίνακες με τα αποτελέσματα που κατέδειξε κάθε πειραματική δοκιμή σε κάθε δείγμα διηθήματος των θαλασσινών ειδών που μελετήθηκαν με τα υδατικά διαλύματα βάσης και αλάτων:

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος από εντόσθια σουπιάς	Αποτέλεσμα παρουσίας βαρέων μετάλλων
A	NaOH	θόλωμα	Ένδειξη παρουσίας
B	Na ₂ CO ₃	θόλωμα	Ένδειξη παρουσίας
Γ	Na ₂ S	ελαφρώς μαύρο	Ένδειξη παρουσίας

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος σαρδέλας		Αποτέλεσμα παρουσίας βαρέων μετάλλων
		στομάχι	φιλέτο	
A	NaOH	θόλωμα / με περίσσεια παραμένει το θολώμα	καμία παρατήρηση	Ένδειξη παρουσίας στο στομάχι
B	Na ₂ CO ₃	Ελαφρώς θόλωμα	καμία παρατήρηση	Ένδειξη παρουσίας στο στομάχι
Γ	Na ₂ S	ελαφρώς μαύρο	καμία παρατήρηση	Ένδειξη παρουσίας στο στομάχι

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος γαρίδας		Αποτέλεσμα παρουσίας βαρέων μετάλλων
		Έντερο	Κομμάτι	
A	NaOH	θόλωμα	θόλωμα	Ένδειξη παρουσίας στο έντερο και το κομμάτι γαρίδας
B	Na ₂ CO ₃	θόλωμα	καμία παρατήρηση	Ένδειξη παρουσίας στο έντερο
Γ	Na ₂ S	ελαφρώς μαύρο	καμία παρατήρηση	Ένδειξη παρουσίας στο έντερο

Δοκιμαστικός σωλήνας	Υδατικά Διαλύματα βάσης και αλάτων	Παρατήρηση στο διήθημα δείγματος	λαβράκι	Αποτέλεσμα παρουσίας βαρέων μετάλλων	
		στομάχι	φιλέτο	συκώτι	
A	NaOH	Κίτρινο θόλωμα	Καμία παρατήρηση	Κίτρινο θόλωμα	Ένδειξη παρουσίας στο στομάχι και το συκώτι
B	Na ₂ CO ₃	Ελαφρώς λευκό θόλωμα	Καμία παρατήρηση	Ελαφρώς θόλωμα	Ένδειξη παρουσίας στο στομάχι και το συκώτι
Γ	Na ₂ S	Ελαφρώς μαύρο θόλωμα	Καμία παρατήρηση	Ελαφρώς μαύρο θόλωμα	Ένδειξη παρουσίας στο στομάχι και το συκώτι

Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, στον πιο κάτω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά χρώματα των ιζημάτων που σχηματίζουν τα ιόντα των κυριότερων βαρέων μετάλλων, τα οποία ενδέχεται να περιέχονται σε θαλάσσιους οργανισμούς:

Ιόντα βαρέων μετάλλων	Υδατικό διάλυμα βάσης / Χημικός τύπος ιζήματος / χρώμα	Υδατικό διάλυμα άλατος/ Χημικός τύπος ιζήματος / χρώμα	Υδατικό διάλυμα άλατος/ Χημικός τύπος ιζήματος / χρώμα
	NaOH	Na₂CO₃	Na₂S
Pb²⁺	Pb(OH) ₂ λευκό	PbCO ₃ λευκό	PbS μαύρο
Hg²⁺	HgO κίτρινο / πορτοκαλί	HgCO ₃ λευκό	HgS μαύρο
Cd²⁺	Cd(OH) ₂ λευκό	CdCO ₃ λευκό	CdS Έντονο κίτρινο

Με βάση τις παρατηρήσεις που προέκυψαν από την πειραματική διερεύνηση, μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα:

1. Στα εντόσθια σουπιάς πιθανόν να ανιχνεύεται το βαρέο μέταλλο μόλυβδος.
2. Στο στομάχι της σαρδέλας είναι πιθανή η παρουσία του βαρέος μετάλλου μόλυβδος.

3. Στο έντερο και στο μυϊκό τμήμα της γαρίδας πιθανόν να ανιχνεύεται το βαρέο μέταλλο μόλυβδος.
4. Στο στομάχι και το συκώτι του λαβρακιού πιθανόν να περιέχει τα βαρέα μέταλλα τον μόλυβδο και τον υδράργυρο.

Χημικές ημιαντιδράσεις διπλής αντικατάστασης:

$\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{PbS}_{(\text{s})}$	$\text{Pb}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{PbCO}_{3(\text{s})}$	$\text{Pb}^{2+} + \text{OH}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_{2(\text{s})}$
$\text{Cd}^{2+} + \text{S}^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CdS}_{(\text{s})}$	$\text{Cd}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CdCO}_{3(\text{s})}$	$\text{Cd}^{2+} + \text{OH}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_{2(\text{s})}$
$\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{HgS}_{(\text{s})}$	$\text{Hg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{HgCO}_{3(\text{s})}$	$\text{Hg}^{2+} + \text{OH}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{HgO}_{(\text{s})}$

Στην Κύπρο εφαρμόζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου για την ασφάλεια των αλιευμάτων που διατίθενται στην αγορά. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα μεγάλα ψάρια, τα οποία συνήθως δεν τα συναντούμε στις θάλασσες της Κύπρου. Τέτοια είδη, είναι ο ξιφίας, ο σολομός, ο τόνος κ.α. που εισάγονται κυρίως από το εξωτερικό, γεγονός που καθιστά απαραίτητο τον ενδελεχή έλεγχο των αλιευμάτων. Οι αρμόδιες αρχές μέσω εργαστηριακών μελετών εξετάζουν τα εισαγόμενα αλιεύματα μέσω Φασματοσκοπίας Ατομικής απορρόφησης – AAS και Φασματομετρία μάζας – επαγωγική σύζευξη (ICP-MS).

Καταληκτικά, μια πρώτη διερευνητική προσπάθεια μπορεί να πραγματοποιηθεί σε σχολικό εργαστήριο, ακόμη και με περιορισμένες τεχνικές δυνατότητες και αντιδραστήρια. Στόχος ήταν να ελεγχθεί ποιοτικά η πιθανή παρουσία βαρέων μετάλλων σε θαλάσσια είδη, μέσα από απλές και ασφαλείς μεθόδους. Τα αποτελέσματα των πιο πάνω πειραματικών δοκιμών είναι ενδεικτικά και όχι ποσοτικά ή απολύτως αξιόπιστα αλλά θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως εισαγωγή στην έννοια της ρύπανσης από βαρέα μέταλλα και να ευαισθητοποιήσουν την μαθητική κοινότητα για την ασφάλειά μας.

6. Συμπεράσματα

Η παρούσα σχολική μας εργασία, είχε ως στόχο την ποιοτική διερεύνηση της παρουσίας βαρέων μετάλλων σε θαλάσσια είδη, αξιοποιώντας τις δυνατότητες ενός σχολικού εργαστηρίου και το γνωστικό μας αντικείμενο. Παρά τους περιορισμούς σε εξοπλισμούς, μας επέτρεψε να διερευνήσουμε ένα περιβαλλοντικό ζήτημα της ρύπανσης των θαλάσσιων οργανισμών.

Με την παρούσα εργασία έγινε κατανόηση της παρασκευής υδατικών διαλυμάτων βάσεων και αλάτων γνωστής μοριακότητας χρησιμοποιώντας βασικές εργαστηριακές τεχνικές. Με την ολοκλήρωση της παρασκευής των διαλυμάτων καταλήξαμε στα εξής συμπεράσματα: (α) Τα στερεά NaOH , Na_2S και Na_2CO_3 είναι ευδιάλυτες ουσίες στο νερό, σχηματίζουν ομογενή μίγματα αφού ως ιοντικές ενώσεις διαλύονται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης. (β) Κατά τη διάλυση του στερεού NaOH εκλύεται ενέργεια υπό μορφή θερμότητας και η αντίδραση χαρακτηρίζεται εξώθερμη. Για τον ποιοτικό έλεγχο των βαρέων μετάλλων χρησιμοποιήσαμε απλές, σχολικού επιπέδου τεχνικές (αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης – καταβύθιση ιζήματος) για να διερευνήσουμε την πιθανή παρουσία ιόντων βαρέων μετάλλων στα δείγματα από τα διηθήματα. Σαφώς, οι μέθοδοι αυτές δεν δίνουν ποσοτικά αποτελέσματα, αλλά παρά μόνο ενδείξεις για την παρουσία συγκεκριμένων βαρέων μετάλλων, όπως μόλυβδο και υδράργυρο. Τα αποτελέσματα των πειραματικών δοκιμών στα δείγματα φιλέτου σαρδέλας και λαβρακιού, δεν κατέδειξαν την ύπαρξη βαρέων μετάλλων. Ενώ, από την πειραματική διερεύνηση βαρέων μετάλλων σε δείγματα από διηθήματα από: εντόσθια σουπιάς, συκώτι από λαβράκι, φιλέτο σαρδέλας, στομάχι σαρδέλας, στομάχι από λαβράκι, κομμάτι γαρίδας, έντερο γαρίδας και φιλέτο από λαβράκι δεν είναι και τόσο ενθαρρυντικά αφού υπήρχαν ενδείξεις ανίχνευσης μολύβδου και υδραργύρου. Διαπιστώσαμε ότι η ανάλυση τροφίμων για βαρέα μέταλλα είναι μια διαδικασία που απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό (π.χ. AAS, ICP-MS) τον οποίο δεν διαθέτει το σχολικό εργαστήριο. Παρόλα αυτά, οι απλές δοκιμές μας επέτρεψαν να προσεγγίσουμε το θέμα με ασφαλή και εκπαιδευτικό τρόπο.

Μέσα από την εργασία μας αυτή αναδείχθηκε το γεγονός ότι τα βαρέα μέταλλα αποτελούν σημαντικό παράγοντα ρύπανσης των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Η συσσώρευσή τους στους οργανισμούς συνδέεται άρρηκτα με την ανθρώπινη δραστηριότητα, την βιοσυσσώρευση με αποτέλεσμα να αντιληφθούμε την ανάγκη για αυστηρούς ελέγχους

τροφίμων με απώτερο και ουσιαστικό στόχο την προστασία της δημόσιας υγείας, καθώς και τον ρόλο των αρμόδιων αρχών της Κύπρου. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν στο σχολικό μας εργαστήριο με τη διεθνή βιβλιογραφία, ενισχύει περαιτέρω την κατανόηση ότι η παρουσία βαρέων μετάλλων στα ψάρια είναι ένα υπαρκτό και τεκμηριωμένο φαινόμενο.

Κατανοήσαμε πόσο σημαντική είναι η εξοικείωση της έννοιας της περιβαλλοντικής ρύπανσης και της επίδρασής της στην τροφική αλυσίδα. Μπορεί κανείς να κατανοήσει ότι ακόμη και οι απλές σχολικές μεθόδους που εφαρμόσαμε μπορούν να αποτελέσουν αφετηρία για πιο σύνθετες επιστημονικές αναλύσεις. Αναπτύξαμε δεξιότητες επιστημονικής παρατήρησης και πειραματισμού, εφαρμόσαμε κανόνες ασφαλείας.

Προκειμένου να επιτύχουμε μεγαλύτερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος σε μεγαλύτερη ποικιλία ως προς το μέγεθος των ψαριών, την αύξηση του αριθμού των πειραμάτων και τη διεύρυνση του δειγματικού ελέγχου, ώστε τα συμπεράσματα να είναι πιο αντιπροσωπευτικά, αξιόπιστα και επαναλήψιμα.

7. Εισηγήσεις / Επόμενα βήματα

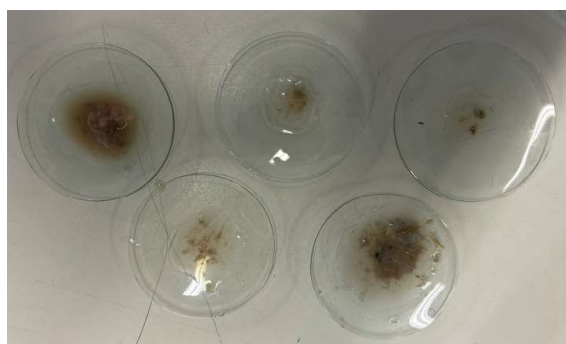
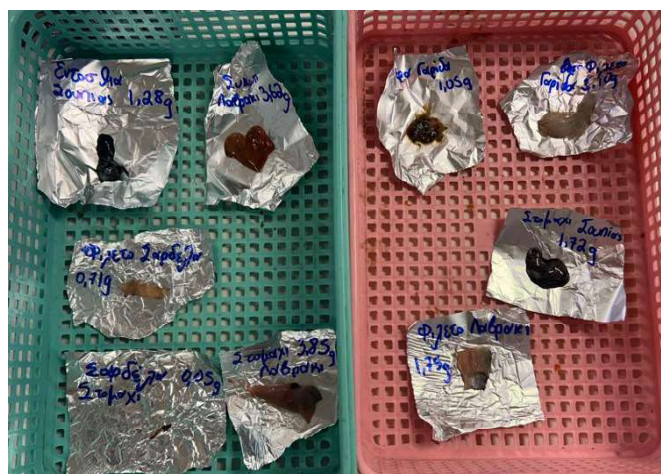
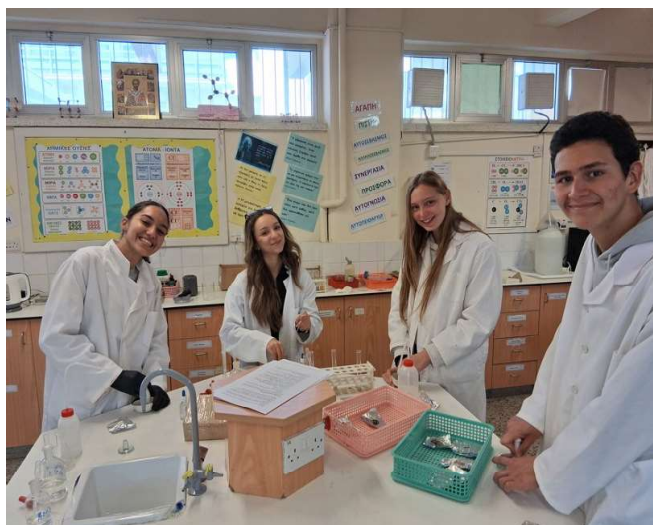
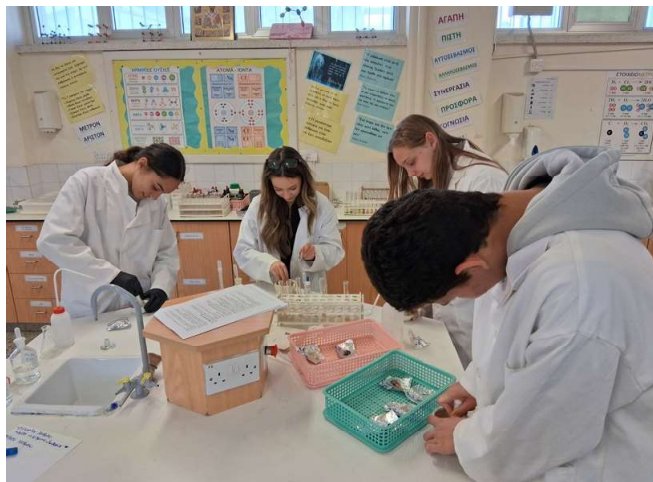
Μετά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, διαπιστώθηκε έντονο ενδιαφέρον από τους συμμετέχοντες για ενημέρωση σχετικά με τις ορθές απαντήσεις. Ως εκ τούτου, προτείνεται ως καλή πρακτική για μελλοντικές δράσεις ο σχεδιασμός και η διανομή ενημερωτικού υλικού. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε να δημιουργηθεί έντυπο που να παρουσιάζει καταναλωτικά και μη προϊόντα τα οποία ενδέχεται να περιέχουν βαρέα μέταλλα, καθώς και ξεχωριστό έντυπο που να περιλαμβάνει τρόπους περιορισμού της έκθεσης και απομάκρυνσής τους από τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα επόμενα βήματα της μελέτης μας, περιλαμβάνουν τη διερεύνηση της παρουσίας βαρέων μετάλλων σε μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων, όπως ψάρια από τις θάλασσες της Κύπρου, εισαγόμενα ψάρια και του ιχθυοτροφείου με τη χρήση φασματοσκοπικών μεθόδων, για την εξαγωγή πιο αξιόπιστων και αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων. Για τη συνέχεια της μελέτης των βαρέων μετάλλων σε ευρύτερο φάσμα καταναλωτικών προϊόντων θα μπορούσαμε να αναλύσουμε και άλλα τρόφιμα όπως λαχανικά, φρούτα. Μπορεί να συλλεγούν τα πιο πάνω καταναλωτικά προϊόντα από διαφορετικές περιοχές/παραγωγούς ώστε να γίνει σύγκριση και να εντοπισθούν πιθανές πηγές ρύπανσης. Επίσης, μπορεί να γίνει έλεγχος σε καλλυντικά, σκεύη μαγειρικής, σε παιχνίδια κ.α. Όλα τα πιο πάνω βήματα μπορούν να συμβάλουν σε μια πλήρη κατανόηση της έκθεσης του ανθρώπου σε βαρέα μέταλλα και στην ενίσχυση της δημόσιας υγείας.

8. Δεξιότητες που αποκτήθηκαν

Οι εμπειρίες που αποκομίσαμε από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας ήταν ιδιαίτερα σημαντικές και ουσιαστικές, συμβάλλοντας τόσο στην απόκτηση γνώσεων όσο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων. Η ερευνητική διαδικασία αποτέλεσε ένα δημιουργικό και ενδιαφέρον εγχείρημα, το οποίο ενίσχυσε τον ενθουσιασμό μας για τη μάθηση και την επιστημονική διερεύνηση. Οι εμπειρίες αυτές σίγουρα θα λειτουργήσουν ως κίνητρο για μελλοντική ενασχόληση με παρόμοιες δραστηριότητες. Κατά την πορεία της εργασίας αναπτύξαμε ποικίλες δεξιότητες. Συγκεκριμένα κατανοήσαμε πόσο σημαντικό είναι να γνωρίζουμε μια επικίνδυνη απειλή για την υγεία μας, τα βαρέα μέταλλα, που περιέχονται, τις επιπτώσεις στην υγεία μας και τρόπους απομάκρυνσής τους από τον οργανισμό μας. Παράλληλα, εξοικειωθήκαμε με τη σημασία της ομαδικής εργασίας και του καταμερισμού αρμοδιοτήτων, η υπομονή και η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας ενισχύθηκε σημαντικά, οδηγώντας στη δημιουργία θετικού και υποστηρικτικού κλίματος. Επιπλέον, αποκτήσαμε βασικές γνώσεις που σχετίζονται με τον σχεδιασμό πειραματικών διαδικασιών και τις δυσκολίες που ενδέχεται να προκύψουν κατά την εξαγωγή αξιόπιστων αποτελεσμάτων. Αναπτύξαμε δεξιότητες αξιολόγησης και επιλογής αξιόπιστων πληροφοριών από το διαδύκτιο. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ορθή καταγραφή της βιβλιογραφίας και της συλλογής πληροφοριών του ερωτηματολογίου και του σεβασμού των πνευματικών δικαιωμάτων. Καλλιεργήσαμε οργανωτικές δεξιότητες και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει ενδεχομένως ένας/μία ερευνητής/τρια κατά τη διεξαγωγή μιας μελέτης. Κατά την εκτέλεση του πειράματος προέκυψαν δυσκολίες, με κυριότερες την έλλειψη απαραίτητων φασματοσκοπικών τεχνικών, το κόστος διεξαγωγής επιπρόσθετων μετρήσεων σε χημικά εραστήρια και τον περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο.

9. Παράρτημα

Πιο κάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά, φωτογραφίες που λήφθηκαν κατά την εκτέλεση των πειραμάτων από τους/τις μαθητές/τριες:





Υπολογισμοί Πειράματος 1:

0,1 mol διαλυμένης ουσίας σε 1000 mL διαλύματος

$$n_1 = 0,01 \text{ mol} \quad 100 \text{ mL}$$
$$M_{\text{rNaOH}} = 40$$
$$\text{MrNa}_2\text{CO}_3 = 106$$

1 mol NaOH ζυγίζει 40 g

1 mol Na_2CO_3 ζυγίζει 106 g

0,01 mol m= 0,4 g

0,01 mol m= 1,06 g

$$\text{MrNa}_2\text{S} = 78$$

1 mol Na₂S ζυγίζει 78 g

0,01 mol m= 0,78 g

10. Βιβλιογραφία

1. Θ. Κουϊμτζη, Κ. Φυτιάνου, Κ. Σαμάρια – Κωνσταντίνου (1998), Χημεία Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, University Studio Press
2. Ν. Χατζηλιάδης, Σ. Χατζηκακού, Γ. Πλακατούρας, Α. Γαρούφης, Μ. Μαλανδρινός (2005), Τα Χημικά στοιχεία στο περιβάλλον στη ζωή και στην τεχνολογία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Ανόργανης και Γενικής Χημείας.
3. Π. Κουρούτου, Σ. Κάλης, Κ. Χατζησταύρου, Α. Λινού. (2011). Επίδραση της επαγγελματικής έκθεσης σε βαρέα μέταλλα στη νοσηρότητα και στην θνησιμότητα. Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής 2012, 29(1): 70 – 76. Η έρευνα ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα <http://www.mednet.gr/archives/2012-1/pdf/70.pdf>
4. Α. Λιόντος (2008) Βαρέα Μέταλλα. Εργασία στο μάθημα της Χημείας. 14^ο Γυμνάσιο Λάρισας. Η έρευνα ανακτήθηκε από την ιστοσελίδα: http://14gym-laris.lar.sch.gr/drupal/sites/default/files/ergasies_mathiton/Barea%20M.pdf
5. Χ. Βαλαβανίδου, Μ. Νικολάου (Δ΄ Έκδοση 2025), Εργαστηριακές Ασκήσεις Χημείας, Β΄ Λυκείου, Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων, Λευκωσία.
6. Χημεία & καθημερινή ζωή: Τα βαρέα μέταλλα στην κουζίνα μας... - Χανιώτικα Νέα
7. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-65359-5/tables/2>
8. <https://www.popsoci.com/heavy-metals-baby-food/>
9. <https://www.goodhousekeeping.com/health/a35449081/baby-food-heavy-metals/>
10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4427717/>
11. <https://www.lenntech.com/processes/heavy/heavy-metals/heavy-metals.htm>
12. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2021.6380>
13. <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150122>
14. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3761>
15. <https://www.fda.gov/food/chemicals-metals-pesticides-food/metals-and-your-food>
16. <https://www.fda.gov/food/metals-and-your-food/fda-statement-testing-and-analysis-arsenic-rice-and-rice-products>
17. https://ec.europa.eu/food/safety/chemical_safety/contaminants/catalogue/arsenic_en
18. <https://www.fda.gov/food/metals-and-your-food/mercury-levels-commercial-fish-and-shellfish-1990-2012>
19. barea_metalla_ergasia_54a933e1-ae85-41ae-b6b3-3e1489facde1